



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) DE 699 24 761 T2 2006.01.12

(12)

Übersetzung der europäischen Patentschrift

(97) EP 1 159 365 B1

(51) Int Cl.⁸: C09J 7/02 (2006.01)

(21) Deutsches Aktenzeichen: 699 24 761.6

(86) PCT-Aktenzeichen: PCT/US99/11538

(96) Europäisches Aktenzeichen: 99 925 832.0

(87) PCT-Veröffentlichungs-Nr.: WO 00/44842
(86) PCT-Anmeldetag: 25.05.1999
(87) Veröffentlichungstag
der PCT-Anmeldung: 03.08.2000

(97) Erstveröffentlichung durch das EPA: 05.12.2001

(97) Veröffentlichungstag
der Patenterteilung beim EPA: 13.04.2005

(47) Veröffentlichungstag im Patentblatt: 12.01.2006

(30) Unionspriorität:

240545 29.01.1999 US

(84) Benannte Vertragsstaaten:

BE, DE, FR, GB, IT, NL

(73) Patentinhaber:

3M Innovative Properties Co., Saint Paul, Minn.,
US

(72) Erfinder:

OJEDA, R., Jaime, Saint Paul, US; PAVELKA, A.,
Lee, Saint Paul, US; JOSEPH, D., William, Saint
Paul, US; SVENTEK, A., Bruce, Saint Paul, US;
HARELSTAD, E., Roberta, St. Paul, US; BARRERA,
A., Denise, Saint Paul, US

(74) Vertreter:

derzeit kein Vertreter bestellt

(54) Bezeichnung: TRENNSCHICHT MIT SYNDIOTAKTISCHEM VINYLAROMATISCHEM POLYMER

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelebt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist (Art. 99 (1) Europäisches Patentübereinkommen).

Die Übersetzung ist gemäß Artikel II § 3 Abs. 1 IntPatÜG 1991 vom Patentinhaber eingereicht worden. Sie wurde vom Deutschen Patent- und Markenamt inhaltlich nicht geprüft.

Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft Trennschichten, insbesondere Trennschichten, die ein syndiotaktisches vinylaromatisches Polymer umfassen. Die vorliegende Erfindung betrifft auch die Verwendung solcher Trennschichten für die Herstellung einer Vielzahl von Artikeln, die eine gemusterte Oberfläche haben.

[0002] Trennschichten werden häufig in der Industrie für eine Vielzahl von Zwecken verwendet, darunter, um hergestellten Produkten Festigkeit und Halt zu verleihen, hergestellte Produkte während Transport und Lagerung zu schützen, und um den hergestellten Produkten Ablösbarkeit zu verleihen (wenn es gewünscht wird, die auf die Trennschicht aufgebrachten hergestellten Produkte von der Trennschicht zu entfernen). Zum Beispiel werden Trennschichten bei Transport und Lagerung von selbstklebenden Bodenbelägen verwendet, um die klebende Oberfläche dieser Produkte bis zum Zeitpunkt des Gebrauchs zu schützen, dann wird die Trennschicht leicht entfernt und entsorgt.

[0003] Trennschichten können auch als industrielles Werkzeug verwendet werden, um Produkte aus härtbaren Zusammensetzungen herzustellen. Zum Beispiel kann eine härtbare Zusammensetzung auf eine Trennschicht aufgebracht werden, und das entstehende ausgehärtete Produkt kann anschließend für die weitere Verarbeitung, Verwendung und/oder Verkauf entfernt werden. Wenn die Trennschicht eine Oberflächenstruktur hat, kann die Struktur auf das gehärtete Produkt übertragen werden. Solche Produkte können aus Zusammensetzungen hergestellt werden, die mittels chemischen Vernetzungstechniken, Vernetzungstechniken, die Strahlung verwenden, oder dergleichen gehärtet werden können. Strahlungshärtbare Zusammensetzungen sind besonders nützlich, da solche Zusammensetzungen aufgebracht werden können und danach schnell gehärtet werden können, was zu kurzen Taktzeiten führt.

[0004] Verschiedene Materialien sind für die Herstellung von Trennschichten verwendet worden. Zum Beispiel sind Trennschichten, die Polypropylen, Polyethylen, Polyester, Silikongummi und verschiedene Kopolymere dieser Materialien umfassen in Fachkreisen gut bekannt. Es sind auch Trennschichten aus fluorierten Polymeren wie Polytetrafluorethylen bekannt. Allerdings verformen sich viele dieser Materialien, wie Polyethylen, Polypropylen und Polyester bei relativ niedrigen Temperaturen oder verlieren ihre Ablöseeigenschaften bei hohen Temperaturen. Dementsprechend sind diese Materialien auf Anwendungen bei niedrigen Temperaturen, z.B. Temperaturen unter etwa 85°C beschränkt.

[0005] Des Weiteren erfordern viele dieser Materialien die Verwendung von Ablösemitteln, die im allgemeinen in die Trennschicht eingearbeitet, oder auf sie aufgebracht werden müssen, damit die Trennschicht die gewünschten Eigenschaften hat. Die Verwendung eines Ablösemittels macht allerdings den Herstellungsprozess komplizierter und kann zum eintragen von Verunreinigungen in das Endprodukt führen, manchmal begleitet von einer Reduzierung erwünschter physikalischer Eigenschaften.

[0006] Hinzu kommt, dass viele kommerziell erhältliche Trennschichten nicht für die Verwendung in Prozessen geeignet sind, in denen auf die Trennschicht aufgebrachte Materialien mit Strahlungshärtetechniken gehärtet werden sollen, indem sie z.B. Ultraviolett- oder Elektronenstrahlquellen ausgesetzt werden. Manche Polymere, die in herkömmlichen Trennschichten verwendet werden verlieren nämlich ihre Ablöseeigenschaften oder unterliegen Verzerrungen ihrer Form, wenn sie mit Ultraviolett- oder Elektronenstrahlstrahlung bestrahlt werden. Zum Beispiel, wenn Trennschichten, die Silikongummi umfassen, einer Elektronenstrahlstrahlung ausgesetzt werden, verursacht die Elektronenstrahlstrahlung Ppropfreaktionen und andere chemische Reaktionen in der Trennschicht, die eine Verbindung der Trennschicht mit dem auf ihr aufgebrachten Artikel verursachen.

[0007] Andere Trennschichten absorbieren so viel der einfallenden Strahlung, dass es nicht möglich ist, die auf der Trennschicht aufgebrachten Materialien durch Bestrahlen durch die Trennschicht hindurch zu härten. Das Härteln durch die Trennschicht hindurch ist wünschenswert in Anwendungen wie der Klebstoffsynthese, der Klebstoffvernetzung, der Replikherstellung mit Strahlungshärtung, oder in Situationen, bei denen das zu härtende Material zwischen zwei Trennschichten eingeschlossen ist.

[0008] Viele Trennschichten nach dem Stand der Technik werden gegenwärtig aus fluorierten Polymeren wie Polytetrafluorethylen hergestellt (kommerziell unter dem Handelsnamen "Teflon" von E.I. DuPont de Nemours and Company erhältlich). Diese Trennschichten haben zwar gute Ablöseeigenschaften gegenüber einer Vielzahl von Materialien, sind aber für viele Anwendungen, zum Beispiel wenn die Trennschicht nach einmaliger Anwendung entsorgt wird, zu teuer, um wirtschaftlich zu sein.

[0009] Viele der Trennschichten nach dem Stand der Technik sind auch mit den für Klebstoff- und Mikroreplik-Anwendungen interessanten Materialien nicht kompatibel. Insbesondere weisen viele Trennschichten eine hohe Differenz der Oberflächenenergie gegenüber niederviskosen geschmolzenen Polymermischungen auf, was beim Beschichten zu Problemen wie schlechter Benetzung führen kann. In solchen Fällen tendieren die geschmolzenen Mischungen dazu, auf der Oberfläche der Trennschicht zu "perlen", anstatt wie gewünscht eine einheitliche Beschichtung zu bilden. Auf der anderen Seite weisen viele Materialien, auf denen gut eine einheitliche Beschichtung gebildet werden kann, nicht die gewünschten Ablöseeigenschaften auf.

[0010] Es gibt also ein Bedürfnis für eine Trennschicht, die niedrige Oberflächenenergien aufweist, gegen Verziehen bei hoher Temperatur beständig ist, mit Strahlungshärtetechniken kompatibel ist, das Härteln von strahlungshärtbaren Zusammensetzungen durch die Trennschicht hindurch erlaubt, und relativ kostengünstig ist. Es gibt in Fachkreisen auch ein Bedürfnis für eine Trennschicht, die gute Ablöseeigenschaften aufweist, ohne Benetzungsprobleme gegenüber einer geschmolzenen Mischung zu zeigen (z.B. eine Trennschicht, die gegenüber dem fertigen Produkt erwünschte Ablöseeigenschaften zeigt, aber gute Benetzung durch die geschmolzene Mischung zeigt).

[0011] Ein anderes Problem vieler Trennschichten nach dem Stand der Technik ist ihre Unfähigkeit, bei interpenetrierenden Polymernetzen (IPN) gute Ablöseeigenschaften aufzuweisen. IPNs sind Netze von zwei oder mehr Polymeren, die durch unabhängige Vernetzung von zwei oder mehr Monomeren in Gegenwart des jeweils anderen gebildet werden, so dass die entstehenden unabhängigen vernetzten Polymernetze physisch verwoben sind, aber im wesentlichen frei von chemischen Bindungen untereinander sind (das heißt, es wird eine verfilzte Kombination von zwei vernetzten Polymeren gebildet, die nicht chemisch miteinander gebunden sind. Einige der wichtigeren IPNs umfassen simultane IPNs, sequentielle IPNs, Gradienten-IPNs, Latex IPNs, thermoplastische IPNs und Semi-IPNs. Diese und andere Arten von IPNs, ihre physikalischen Eigenschaften (z.B. Phasendiagramme), ihre Herstellung und Charakterisierung werden zum Beispiel beschrieben in L.H. Sperling and V. Mishra, "Current Status of Interpenetrating Polymer Networks", Polymers for Advanced Technologies. Vol. 7, No. 4, 197-208 (April 1996), L.H. Sperling, "Interpenetrating Polymer Networks: An Overview", Interpenetrating Polymer Networks, herausgegeben D. Klempner, L.H. Sperling, und L.A. Utracki, Advances in Chemistry Series #239, 3-38, (1994), "Encyclopedia of Polymer Science and Engineering", S. 279, Vol. 8 (John Wiley & Sons, New York, 1984), und in L. H. Sperling, 'Interpenetrating Polymer Networks and Related Materials, (Plenum Press, New York, 1981).

[0012] Durch ihre einzigartigen molekularen Strukturen weisen IPNs eine Anzahl sehr wünschenswerter physikalischer Eigenschaften auf. Allerdings weisen die meisten Trennschichten nach dem Stand der Technik sehr schlechte Ablöseeigenschaften für IPNs auf, insbesondere für einige der wünschenswertesten IPNs wie Urethan-Acrylat-IPNs. Daraus folgt, dass es oft schwierig ist, Artikel aus IPNs herzustellen, die eine strukturierte (z.B. Mikroreplik) Oberfläche haben, und dass es kein einfaches Verfahren gibt, um IPNs herzustellen, die ablösbar auf eine Trennschicht aufgebracht werden können. Es gibt also ein Bedürfnis in Fachkreisen für eine Trennschicht, die gute Ablöseeigenschaften für IPNs wie Urethan-Acrylat IPNs aufweist, und die verwendet werden kann, um solchen IPNs eine strukturierte oder gemusterte Oberfläche zu geben.

[0013] Diese und andere Bedürfnisse werden durch die vorliegende Erfindung befriedigt, wie im Folgenden beschrieben.

[0014] Die vorliegende Erfindung ist eine Trennschicht, die ein syndiotaktisches vinylaromaticsches Polymer umfasst, und die Verwendung einer solchen Trennschicht zur Herstellung eines Artikels mit einer gemusterten Oberfläche.

[0015] In einem Aspekt betrifft die vorliegende Erfindung eine Trennschicht mit einer Trennoberfläche, wobei die Trennschicht ein vinylaromaticsches Polymer umfasst, das zu mindestens 20 Gew.% syndiotaktisch ist.

[0016] In einem anderen Aspekt betrifft die Erfindung eine Anordnung, die eine Trennschicht, die ein syndiotaktisches vinylaromaticsches Polymer umfasst, und einen Artikel, der ablösbar auf diese Trennschicht aufgebracht ist umfasst.

[0017] In noch einem anderen Aspekt betrifft die vorliegende Erfindung ein Herstellungsverfahren für einen gemusterten Artikel. Es wird eine Trennschicht bereitgestellt, die ein syndiotaktisches vinylaromaticsches Polymer umfasst, und eine gemusterte Oberfläche hat. Eine Zusammensetzung wird auf die Trennschicht aufgebracht, so dass das Muster auf der Trennschicht auf die Zusammensetzung übertragen wird, wodurch ein gemusterter Artikel entsteht. Der Artikel wird dann von der Trennschicht abgelöst, so dass das Muster im wesent-

lichen auf der Oberfläche des Artikels erhalten bleibt.

[0018] In noch einem anderen Aspekt betrifft die vorliegende Erfindung ein Herstellungsverfahren für ein festes Objekt aus einer härtbaren Zusammensetzung. Es wird eine Strahlungsquelle und eine Trennschicht bereitgestellt, die ein syndiotaktisches vinylaromatisches Polymer umfasst, das für die von der Strahlungsquelle produzierte Strahlung genügend transparent ist, so dass eine strahlungshärtbare Zusammensetzung durch Bestrahlen durch die Trennschicht hindurch gehärtet werden kann. Die härtbare Zusammensetzung wird dann auf die Trennschicht aufgebracht und einer genügenden Strahlungsmenge ausgesetzt, bis die härtbare Zusammensetzung genügend gehärtet ist, so dass sie als eine im wesentlichen feste Masse von der Trennschicht abgenommen werden kann.

[0019] In noch einem anderen Aspekt betrifft die vorliegende Erfindung ein Verfahren zur Herstellung von Artikeln, die eine gemusterte Oberfläche haben, aus IPNs wie Urethan-Acrylat-IPNs, und so hergestellte Artikel, Gemäß diesem Verfahren wird eine Trennschicht bereitgestellt, die ein syndiotaktisches vinylaromatisches Polymer umfasst, und eine gemusterte Oberfläche hat. Eine Zusammensetzung, die ein IPN umfasst, wird auf die Trennschicht aufgebracht, so dass das Muster auf der Trennschicht auf die Zusammensetzung übertragen wird, wodurch ein gemusterter Artikel entsteht. Der Artikel wird dann von der Trennschicht abgelöst, so dass das Muster im wesentlichen auf der Oberfläche des Artikels erhalten bleibt.

[0020] In einem anderen Aspekt betrifft die Erfindung eine Anordnung, die (a) eine Trennschicht, die ein syndiotaktisches vinylaromatisches Polymer umfasst, und (b) einen Artikel, der ablösbar auf diese Trennschicht aufgebracht ist, umfasst.

[0021] Fig. 1 ist eine Seitenansicht im Querschnitt einer Anordnung, die eine Trennschicht gemäss der vorliegenden Erfindung und einen ablösbar auf diese Trennschicht aufgebrachten Artikel umfasst,

[0022] Fig. 2 ist eine Seitenansicht im Querschnitt einer Anordnung, die eine Trennschicht gemäss der vorliegenden Erfindung, die eine gemusterte Oberfläche hat, und einen ablösbar auf diese Trennschicht aufgebrachten Artikel umfasst; und

[0023] Fig. 3 ist eine schematische Darstellung einer Ausführungsform eines Systems, das für die Herstellung von Trennschichten nach der vorliegenden Erfindung geeignet ist.

[0024] Neuere Entwicklungen in der Katalysetechnik haben die Synthese von vinylaromatischen Polymeren wie Polystyrol ermöglicht, die Kettenelemente umfassen, die eine so genannte syndiotaktische Konfiguration haben. Syndiotaktisch bezieht sich auf ein Muster, mit dem die Vinylmonomere an die wachsende Polymerkette angefügt werden können, wenn eins der Kohlenstoffatome an der Doppelbindung des Monomers zwei verschiedene Substituenten trägt. Die Polymerisierung solcher Polymere in aufeinanderfolgender Anordnung führt zu einer Polymerkette, in der jedes zweite Kohlenstoffatom der Kette ein Stereoisomeriezentrums ist. Solche Kohlenstoffatome werden als "pseudoasymmetrische" oder "Chirale" Kohlenstoffatome bezeichnet. Jedes pseudoasymmetrische Kohlenstoffatom kann in einer von zwei unterscheidbaren Konfigurationen existieren. Je nach der Konfiguration solcher Kohlenstoffatome, wenn die entsprechenden Vinylmonomere an die wachsende Kohlenstoffkette angefügt werden, kann die entstehende Kette ataktisch, isotaktisch oder syndiotaktisch sein.

[0025] Betrachten wir zum Beispiel ein pseudosymmetrisches Kohlenstoffatom einer Kette mit aufeinanderfolgender Monomeranordnung, die die Substituenten X und Y trägt. Wenn die Polymerkette so orientiert ist, dass die Bindungen zwischen den Hauptkettenatomen ein ebenes Zickzackmuster bilden, wird jeder Substituent X oder Y entweder oberhalb oder unterhalb der durch die Kette definierten Ebene liegen. Wenn alle Substituenten X auf einer Seite der Kette liegen, und alle Substituenten Y auf der anderen Seite liegen, spricht man von einer Kette mit isotaktischer Konfiguration. Wenn alle Substituenten X und Y zufällig verteilt über und unter der Kette liegen, spricht man von einer Kette mit ataktischer Konfiguration. Wenn alle Substituenten X und Y abwechselnd über und unter der Kette liegen, spricht man von einer Kette mit syndiotaktischer Konfiguration. Mit anderen Worten, die Seitengruppen einer syndiotaktischen Polymerkette sind in einer symmetrischen und sich wiederholenden Art ober- und unterhalb der Kette angeordnet, wenn die Kette so angeordnet wird, dass sie in einer einzigen Ebene liegt. Zum Beispiel, im Fall von syndiotaktischem Polystyrol sind die Phenylgruppen (Seitengruppen) abwechselnd über und unter der Ebene angeordnet, die durch das Zickzackmuster der voll ausgestreckten Kohlenstoff-Kohlenstoff-Hauptkette definiert wird. Syndiotaktizität wird beschrieben in Rudin, "The Elements of Polymer Science and Engineering", Academic Press, Seiten 128-132 (1982).

[0026] Syndiotaktische vinylaromatische Polymere wurden verwendet, um verschiedene Artikel herzustellen, die eine gute Abmessungsbeständigkeit, Temperaturbeständigkeit und/oder Feuchtigkeitsbeständigkeit aufweisen. Die Verwendung von syndiotaktischem Polystyren zum Beispiel in Overlay-Filmen wurde beschrieben in der ebenfalls anhängigen Patentanmeldung des Antragstellers mit der US-Seriennummer 08/761,912, am 9.12.96 beantragt mit dem Aktenzeichen 53059USA8A des Patentanwalts. Die Verwendung von syndiotaktischen vinylaromatischen Polymeren in retroreflektiven Filmen oder Folien, insbesondere retroreflektiven Filmen und Folien mit Mikroreplik-Würfelecken (Mikoprismen), und die Verwendung solcher Filme oder Folien in Beschilderungsanwendungen wurde beschrieben in der ebenfalls anhängigen Patentanmeldung des Antragstellers, die am gleichen Datum wie die vorliegende Erfindung mit dem Aktenzeichen 53984USA7A des Patentanwalts beantragt wurde.

[0027] Syndiotaktische vinylaromatische Polymere und Herstellungsverfahren für diese Polymere sind beschrieben in den US-Patentschriften 5,496,919 (Nakano); 5,188,930 (Funaki et al.); 5,476,899 (Funaki et al.); 5,389,431 (Yamasaki); 5,346,950 (Negi et al.); 5,318,839 (Arai et al.); 5,273,830 (Yaguchi et al.); 5,219,940 (Nakano); 5,166,238 (Nakano et al.); 5,145,950 (Funaki et al.); 5,127,158 (Nakano); and 5,082,717 (Yaguchi et al.). Siehe auch die japanische Patent-Auslegeschrift No. 187708/1987.

[0028] Die vorliegende Erfindung bezieht sich auf Trennschichten, die ein syndiotaktisches vinylaromatisches Polymer umfassen. In besonders bevorzugten Ausführungsformen umfasst das syndiotaktische vinylaromatische Polymer mindestens 80 Gew.%, und insbesondere mindestens 90 Gew.% syndiotaktischer Polystyrol-Kettenelemente. Syndiotaktische vinylaromatische Polymere haben mehrere Eigenschaften, die sie für die Herstellung von Trennschichten besonders geeignet machen. Insbesondere hat sPS eine ihm eigene niedrige Oberflächenenergie von etwa 29.4 dyn/cm. Dementsprechend bieten Trennschichten, die diese Polymere beinhalten, außerordentliche Ablöseeigenschaften gegenüber einer Vielzahl von verschiedenen Substanzen, ohne dass die Verwendung von Ablösemitteln erforderlich ist. Die Trennschichten der vorliegenden Erfindung sind auch mit den Materialien, die üblicherweise für Klebstoff- und Mikroreplik-Anwendungen interessant sind kompatibel, und werden beim Beschichten von diesen Materialien gut benetzt.

[0029] Zusätzlich haben die Trennschichten der vorliegenden Erfindungen relativ hohe Grenztemperaturen bezüglich Verformung unter Hitzeeinwirkung, was sie für Anwendungen, die thermische Verarbeitung erfordern, besonders geeignet macht. Insbesondere behalten die Trennschichten der vorliegenden Erfindung sowohl ihre Abmessungen als auch ihre Ablöseeigenschaften bei Temperaturen weit über 100°C, und sogar bis zu etwa 240°C bei, was es ermöglicht, sie mit thermisch härtbaren Materialien zu verwenden, deren Verarbeitungstemperaturen für Trennschichten aus Polyethylen, Polypropylen und Polyester zu hoch sind. Des Weiteren bieten die Trennschichten der vorliegenden Erfindung viel bessere Benetzungseigenschaften, und sind merklich weniger teuer als Trennschichten aus Polytetrafluorethylen, was sie billig genug macht, um nach einmaligem Gebrauch entsorgt zu werden, aber haltbar genug für mehrfache Anwendung.

[0030] Die Trennschichten der vorliegenden Erfindung behalten auch die Abmessungen und die Ablöseeigenschaften bei, wenn sie mit Elektronenstrahl- oder Ultraviolett-Strahlung in für die Polymerverarbeitung üblichen Mengen bestrahlt werden, was es erlaubt, strahlungshärtbare Materialien zu härten, während sie auf der Trennschicht aufgebracht sind. Nach dem Härteten können die entstehenden gehärteten Artikel leicht von den Trennschichten abgenommen werden. Des Weiteren können, weil die in den Trennschichten der vorliegenden Erfindung verwendeten syndiotaktischen Polymere für Ultraviolett-Strahlung bis zu so kurzen Wellenlängen wie 305 nm durchlässig sind, strahlungshärtbare Zusammensetzungen durch die Trennschicht hindurch gehärtet werden. Das Härteten durch die Trennschicht hindurch ist besonders vorteilhaft in Anwendungen wie der Mikroreplik, der Klebstoffsynthese, der Klebstoffvernetzung, oder wo das zu härtende Material ganz oder Teilweise von der Trennschicht oder zwischen zwei Trennschichten eingeschlossen ist.

[0031] Die Trennschichten der vorliegenden Erfindung können mit einem Muster, wie einer Mikrorepliktextur, geformt werden, die auf Artikel, die auf der Trennschicht geformt werden übertragen werden kann. Das ermöglicht die Verwendung der Trennschichten als Werkzeuge für das Formen von Artikeln, die einzigartige physikalische und/oder optische Eigenschaften haben.

[0032] [Fig. 1](#) illustriert eine Anordnung **10**, die eine Trennschicht **12** nach der vorliegenden Erfindung umfasst, die eine glatte Oberfläche **14** hat, auf der ein Artikel **16** ablösbar aufgebracht ist. Der Artikel wird in [Fig. 1](#) beim Ablösen von der Trennschicht gezeigt.

[0033] Im allgemeinen umfasst die Trennschicht ein vinylaromatisches Polymer, das zu mindestens 20 Gew.% syndiotaktisch ist. Repräsentative syndiotaktische vinylaromatische Polymere, die für die Verwendung

in der vorliegenden Erfindung geeignet sind umfassen, aber sind nicht begrenzt auf syndiotaktische Sorten von Polystyrol, Poly(alkylstyrolen), Poly(arylstyrolen), Poly(styrolhalogeniden), Poly(alkoxystyrolen), Poly(vinylesterbenzoat), Poly(vinylnaphthalen), Poly(vinylstyrol) und Poly(acenaphthalen) sowie hydrierte Polymere und Mischungen oder Copolymere, die diese Struktureinheiten enthalten. Beispiele von Poly(alkylstyrolen) umfassen die Isomere der folgenden Verbindungen: Poly(methylstyrol), Poly(ethylstyrol), Poly(propylstyrol), und Poly(butylstyrol). Beispiele von Poly(arylstyrolen) umfassen die Isomere von Poly(phenylstyrol). Bezuglich der Poly(styrolhalogenide) umfassen die Beispiele die Isomere der folgenden Verbindungen: Poly(chlorostyrol), Poly(bromostyrol), und Poly(fluorostyrol). Beispiele von Poly(alkoxystyrolen) umfassen die Isomere der folgenden Verbindungen: Poly(methoxystyrol) und Poly(ethoxystyrol). Unter diesen Beispielen sind bevorzugte Styrolgruppenpolymere: Polystyrol, Poly(p-methylstyrol), Poly(m-methylstyrol), Poly(p-tertiärbutylstyrol), Poly(p-chlorstyrol), Poly(m-chlorstyrol), Poly(p-fluorstyrol), und Copolymere von Styrol und p-Methylstyrol. Von diesen Polymeren sind Polystyrol, Poly(p-fluorstyrol), Poly(p-Methylstyrol) und Copolymere von Styrol und p-Methylstyrol besonders bevorzugt.

[0034] Die Syndiotaktizität kann qualitativ und quantitativ mit NMR-Analyse mit der Kohlenstofisotop-Methode (^{13}C -NMR) bestimmt werden. Die mit der ^{13}C -NMR-Methode bestimmte Taktizität kann entweder als Gewichtsprozent eines Polymers, die eine syndiotaktische Konfiguration haben angegeben werden, oder als Verhältnisse von Struktureinheiten (Zweier- und Fünfergruppen), die kontinuierlich miteinander in syndiotaktischer Konfiguration verbunden sind. Nach der ersten Vorgehensweise enthalten bevorzugte syndiotaktische Polymere nach der Erfindung mindestens 30%, insbesondere mindestens 85%, und noch besser mindestens 95% (Gewichtsprozente) syndiotaktischer Kettensegmente. Nach der zweiten Vorgehensweise haben bevorzugte syndiotaktische Polymere eine Syndiotaktizität, so dass der Anteil der racemischen Zweiergruppe mindestens etwa 75%, und vorzugsweise mindestens etwa 85% ist, und der Anteil der racemischen Fünfergruppe mindestens etwa 30%, und vorzugsweise mindestens etwa 50% ist.

[0035] In einigen Fällen kann der syndiotaktische vinylaromatische Polymer mit verschiedenen anderen Monomeren oder Polymeren pfropfpolymerisiert, kopolymerisiert oder gemischt werden, um der Trennschicht gewünschte Eigenschaften zu verleihen. Zum Beispiel kann die Trennschicht eine Polymermischung eines syndiotaktischen vinylaromatischen Polymers und wahlweise anderer Arten von syndiotaktischen und/oder nicht syndiotaktischen Polymeren umfassen. Solche andere Arten von Polymeren umfassen Polyolefine wie Polyethylen, Polypropylen, Polybuten oder Polypenten; Polyester wie Polyethylenterephthalat, Polybutylenterephthalat oder Polyethylennaphtalat, Polyamide, Polythioether, Polysulfone, Polyurethane, Polyethersulfone, Polyimide, halogenierte Vinylpolymere wie die unter dem Handelsnamen TEFLON™ verkauften, und Kombinationen davon. Für Polymermischungen können vorzugsweise 0,01 bis 50 Gewichtsanteile von anderen Polymerarten auf 100 Gewichtsanteile syndiotaktischen vinylaromatischen Polymer verwendet werden. In einigen Ausführungsbeispielen kann ein syndiotaktisches Polystyrol mit verschiedenen Anteilen isotaktischen oder ataktischen Polystyrols gemischt werden.

[0036] Während ein bevorzugtes syndiotaktisches Polystyrolpolymer, das in der vorliegenden Erfindung verwendet wird, im wesentlichen vollständig aus unsubstituiertem Styrolmonomer hergestellt werden kann, können verschiedene Mengen anderer kopolymerisierbarer Monomere, von denen einige Alkyl-, Aryl- und andere Substituenten enthalten können, auch in das Polymer eingefügt werden. Zum Beispiel kann ein bevorzugtes syndiotaktisches polystyrenisches Kopolymer aus Monomeren abgeleitet werden, die etwa 100 Gewichtsanteile Styrolmonomer und bis zu 20 Gewichtsanteile eines oder mehrerer anderer kopolymerisierbarer Monomere umfassen, die Pseudoasymmetrie aufweisen können oder auch nicht. Repräsentative Beispiele solcher anderen Monomere, zusätzlich zu den oben für die Definition der syndiotaktischen vinylaromatischen Polymergruppe aufgeführten, umfassen Olefinmonomere wie Ethylen, Propylen, Butene, Pentene, Hexene, Octene und Decene; Dienmonomere wie Butadien und Isopren; zyklische Olefinmonomere; zyklische Dienmonomere; und polare Vinylmonomere wie Methylmethacrylat, Maleinsäureanhydrid, und Acrylonitril.

[0037] Ein besonders bevorzugtes syndiotaktisches polystyrenisches Kopolymer wird aus 100 Gewichtsanteilen Styrol und 1 bis 10, insbesondere 4 bis 5 Gewichtsanteilen Paramethylstyrol gewonnen. Es wurde herausgefunden, dass das Einfügen solcher Mengen von Paramethylstyrolmonomer in das Polystyrol-Kopolymer die Klarheit der entstehenden Trennschicht verbessert. Ein Beispiel eines besonders bevorzugten vinylaromatischen syndiotaktischen polystyrenischen Polymers, das aus 100 Gewichtsanteilen Styrol und 4 Gewichtsanteilen Paramethylstyrol hergestellt wird, ist von der Firma Dow Chemical Company unter dem Handelsnamen QUESTRA™ kommerziell erhältlich.

[0038] In vielen Anwendungen ist das Molekulargewicht des vinylaromatischen syndiotaktischen Polymers, das für die Trennschicht der vorliegenden Erfindung verwendet wird, nicht besonders wichtig. Polymere mit

Molekulargewichten innerhalb einer großen Bandbreite können mit guten Ergebnissen verwendet werden. Im allgemeinen kann das durchschnittliche Molekulargewicht M_w mindestens 10 000, vorzugsweise 50 000 bis 3 000 000 und insbesondere 50 000 bis etwa 400 000 betragen. Desgleichen ist die Molekulargewichtsverteilung in vielen Anwendungen auch nicht übermäßig wichtig, und kann schmal oder breit sein. Zum Beispiel kann das Verhältnis $M_w:M_n$ 1,0 bis 10 sein, wobei M_n das durchschnittliche Molekulargewicht ist.

[0039] Die Trennschicht der vorliegenden Erfindung kann wahlweise ein oder mehrere Additive umfassen, um die physikalischen Eigenschaften der Trennschicht zu verbessern. Zum Beispiel kann die Trennschicht Färbemittel, anorganische Füllmittel, Ultraviolett (UV)-Absorber, Lichtstabilisatoren, Radikalfänger, Antioxydantien, Antistatikmittel, Verarbeitungshilfsmittel wie Antiblockiermittel, Schmiermittel, Vernetzungsmittel, andere Additive und deren Kombinationen enthalten. Färbemittel werden üblicherweise in einem Anteil von 0,01 bis 30 Gewichtsprozent zugegeben, basierend auf 100 Gewichtsanteilen syndiotaktischen Polymers.

[0040] Die meisten Polymerfolien, die für Schilder und andere Außenanwendungen verwendet werden sollen, werden gegen UV-Zersetzung stabilisiert, indem das Grundharz gemischt wird mit UV-absorbierenden (UVA) Additiven und/oder anderen Verbindungen, die den angeregten Zustand auslöschen, Hydroxide zersetzen oder freie Radikale einfangen. Lichtstabilisatoren aus gehinderten Aminen (HALS) haben sich als besonders gute Radikalfänger erwiesen. UVA-Additive wirken durch Absorption von Strahlung im UV-Bereich des Spektrums. HALS wirken dagegen durch das Absättigen von Radikalen, die in der Polymermatrix bei UV-Bestrahlung gebildet werden. Eine Übersicht über die Arten von Materialien, die verwendet werden, um die UV-Stabilität zu verbessern ist zu finden in R. Gachter, H. Muller, and P. Klemchuk (Editors), "Plastics Additives Handbook", Seiten 194-95 (3rd Ed., published by Hanser Publishers, New York).

[0041] UV-Absorber werden üblicherweise in einem Anteil von 0,5 bis 2,0 Gewichtsprozent zugegeben, basierend auf 100 Gewichtsanteilen syndiotaktischen Polymers. Illustrative Beispiele geeigneter UV-Absorber umfassen Benzotriazolderivate wie TINWIN™ 327, 328, 900, und 1130, und TINUVIN-P™, alle kommerziell erhältlich von Ciba-Geigy Corporation, Ardsley, New York; chemische Derivate von Benzophenon wie WINUL™ M40, 408, und D-50, kommerziell erhältlich von BASF Corporation, Clifton, New Jersey; SYNTASE™ 230, 800, und 1200, kommerziell erhältlich von Neville-Synthese Organics, Inc., Pittsburgh, Pennsylvania; chemische Derivate von Diphenylacrylat wie UVINUL™ N35 und 3039, kommerziell erhältlich von BASF Corporation, Clifton, New Jersey; Oxanilide wie Sanduvor VSU, erhältlich von Sandoz Corp.; Triazine wie Cyasorb UV 1164, erhältlich von Cytac Industries; und Salicylat-Derivate.

[0042] Lichtstabilisatoren werden üblicherweise in einem Anteil von 0,5 bis 2,0 Gewichtsprozent zugegeben, basierend auf 100 Gewichtsanteilen syndiotaktischen Polymers. Beispiele von Lichtstabilisatoren aus gehinderten Aminen umfassen TINUVIN™ 144, 292, 622, und 770, und CHIMASSORB™ 944, alle erhältlich von Ciba-Geigy Corp., Ardsley, New York, und 2,2,6,6-Tetraalkyl-piperidin-Verbindungen. Radikalfänger können ebenfalls verwendet werden, üblicherweise in einem Anteil von 0,01 bis 0,5 Gewichtsprozent, basierend auf 100 Gewichtsanteilen syndiotaktischen Polymers.

[0043] Geeignete Antioxydantien umfassen phosphorhaltige Antioxydantien, einschließlich Monophosphite und Diphosphite, und phenolische Antioxydantien. Für die Verwendung in der Trennschicht der vorliegenden Erfindung geeignete Monophosphite umfassen, aber sind nicht beschränkt auf Tri-(2,4-Tert.-Butyl-Phenyl) Phosphit und Tri(Mono- oder Dinonylphenyl)phosphit. Für die Verwendung in der vorliegenden Erfindung geeignete Diphosphite umfassen, aber sind nicht beschränkt auf Distearylpentaerythritol-diphosphit und Dioctylpentaerythrito-diphosphit. Repräsentative Beispiele von phenolischen Antioxydantien umfassen 2,6-Ditertiärbutyl-4-methylphenol, 2,6-Diphenyl-4-methoxyphenol und 2,2'-Methylenbis(6-tertiärbutyl-4-methylphenol). Andere für die Verwendung in der vorliegenden Erfindung geeignete Antioxydantien umfassen gehinderte Phenolharze wie IRGANOX™ 1010, 1076, 1035, 1425, oder MD-1024, oder IRGAFOS™ 168, kommerziell erhältlich von Ciba-Geigy Corp., Ardsley, New York.

[0044] In einer bevorzugten Ausführungsform enthält die Trennschicht eine Menge des Antioxidationsmittels IRGANOX 1425, die wirksam ist, um die Klarheit der Trennschicht zu verbessern. Dieses Antioxidationsmittel hat einen Schmelzpunkt von etwa 260°C, was ungefähr gleich ist wie der Schmelzpunkt des syndiotaktischen vinylaromatischen Polymers. Man glaubt, dass dieses Material die Klarheit verbessert, indem es den Kristallinitätsgrad des syndiotaktischen Polystyrols beim Festwerden aus dem geschmolzenen Zustand verringert. Insbesondere ist bevorzugt, dass dieses Antioxidationsmittel in einer Menge von etwa 0,0001 bis 2 Gewichtsanteilen, insbesondere von etwa 0,001 bis 1 Gewichtsanteil, und am besten von etwa 0,01 bis 0,5 Gewichtsanteilen pro 100 Gewichtsanteilen des syndiotaktischen vinylaromatischen Polymers anwesend ist.

[0045] Kleine Mengen anderer Verarbeitungshilfsmittel, üblicherweise nicht mehr als ein Gewichtsanteil auf 100 Gewichtsanteile syndiotaktischen vinylaromatischen Polymers können zugefügt werden, um die Verarbeitbarkeit des Polymers zu verbessern. Nützliche Verarbeitungshilfsmittel umfassen Fettsäureester oder Fettsäureester-Amine, die von Glyco Inc., Norwalk, Connecticut erhältlich sind, metallische Stearate, die von Henkel Corp., Hoboken, New Jersey erhältlich sind, oder WAX ETM, das von Hoechst Celanese Corporation, Somerville, New Jersey erhältlich ist.

[0046] Wenn gewünscht, kann das syndiotaktische vinylaromatische Polymer auch Substanzen wie Flammhemmer enthalten, die die allgemeinen Eigenschaften der entstehenden Trennschicht verbessern.

[0047] Anorganische Füllmittel, die zur Verwendung in der vorliegenden Erfindung geeignet sind, umfassen zum Beispiel Oxide, Hydroxide, Sulfide, Nitride, Halogenide, Karbonate, Acetate, Phosphate, Phosphat, organische Carboxylate, Silikate, Titanate oder Borate der Elemente der Gruppen Ia, IIa, IVa, VIa, VIIa, VIII, Ib, IIb, IIIb oder IVb, sowie deren hydratierte Verbindungen. Zum Beispiel umfassen geeignete anorganische Füllmittel, die ein Element der Gruppe Ia umfassen, Lithiumfluorid und Borax (das Hydratsalz von Natriumborat). Geeignete anorganische Füllmittel, die ein Element der Gruppe IIa umfassen, umfassen Magnesiumkarbonat, Magnesiumphosphat, Magnesiumoxid und Magnesiumchlorid. Andere geeignete anorganische Füllmittel, die Elemente der vorerwähnten Gruppen umfassen sind in der US-Patentschrift 5,188,930 (Funaki et al.) beschrieben.

[0048] Die Dicke der Trennschicht ist für die meisten Anwendungen nicht besonders wichtig, und wird üblicherweise durch den vorgesehenen Gebrauch bestimmt. Die Trennschicht sollte dick genug sein, um dauerhaft zu sein, aber dünn genug, dass das syndiotaktische Polymermaterial nicht verschwendet wird. Des Weiteren wird es in manchen Anwendungen erwünscht sein, dass die Trennschicht flexibel ist, und in diesen Fällen wird die Dicke der Trennschicht vom schlussendlichen Gebrauch vorgeschrieben werden. Im allgemeinen kann die Trennschicht von etwa 10 mil (0,25 mm) bis etwa 30 mil (0,75 mm) variieren.

[0049] Die Trennschichten der vorliegenden Erfindung können für die Herstellung eines festen Objekts aus einer härtbaren Zusammensetzung verwendet werden. In diesen Anwendungen wird die Trennschicht mit einer flüssighärtbaren Zusammensetzung beschichtet, und die härtbare Zusammensetzung wird dann unter Verwendung der passenden Härtetechnik gehärtet, um einen Artikel zu bilden. Zum Beispiel, wenn die härtbare Zusammensetzung thermisch härtbar ist, können die Trennschicht und die Zusammensetzung, die auf die Trennschicht aufgebracht ist, erhitzt werden, um das Härteln zu erreichen. Wenn die Zusammensetzung strahlungshärtbar ist, kann die Zusammensetzung zum Erreichen des Härtens bestrahlt werden. Weil die Trennschicht für Ultraviolettlicht transparent ist, kann die Bestrahlung mit ultravioletter Energie durch die Trennschicht hindurch erfolgen, wenn gewünscht. Als Alternative zur Verwendung einer flüssigen Zusammensetzung kann eine trockene Pulverzusammensetzung, die thermisch härtbar oder thermoplastisch oder strahlungshärtbar ist, auf die Trennschicht aufgebracht werden, geschmolzen werden, um eine Beschichtung zu bilden, und dann mit einer für das Material geeigneten Härtetechnik gehärtet werden.

[0050] [Fig. 2](#) illustriert eine andere Ausführungsform der vorliegenden Erfindung, in der eine Anordnung **10'** eine Trennschicht **12'** umfasst, die identisch mit der Trennschicht **12** von [Fig. 1](#) ist, außer, dass die Trennschicht **12'** eine gemusterte Trennoberfläche **18** aufweist. Der Trennschicht **12'** kann ein gewünschtes Muster aufgeprägt werden, so dass sie als Werkzeug verwendet werden kann, um gemusterte Artikel wie Mikroreplikofilme herzustellen. Mikroreplikofilme haben eine Vielzahl von Verwendungen in der Industrie. Zum Beispiel werden Mikroreplik-Plastiklinsen in Overhead-Projektoren und in den Bildschirmen vieler Laptop-Computer verwendet. Zusätzlich werden Mikroreplikfilme auf vielen Sicherheits-Badges, Führerscheinen und Identifikationskarten verwendet, wo ihr Muster es extrem schwierig macht, diese Arten der Identifikation zu fälschen. Schließlich weisen strukturierte Schleifmittel, die Mikroreplik-Filme umfassen, überragende Leistung auf für die Feinbearbeitung von Golfschlägern, medizinischen Implantaten und anderen Metallprodukten.

[0051] Zum Zweck der Illustration ist das Muster auf der Trennoberfläche der Trennschicht **12'** ein Mikroreplik-Muster, das einem Würfecken-Retroreflektionsmuster entspricht. Dieses Muster wird auf den retroreflektierenden Artikel **20** übertragen, der auf der Trennschicht geformt wurde. Der retroreflektierende Artikel kann jederzeit leicht von der Trennschicht entfernt werden. Retroreflektierende Artikel wie retroreflektierende Folien haben die Eigenschaft, einfallendes Licht auf einem im wesentlichen parallelen Weg wieder zu ihrer ursprünglichen Quelle zurückzuwerfen. Diese Materialien werden deswegen typischerweise verwendet für Autobahnschilder, Straßenschilder, Fahrbahnmarkierungen und Bänder und Aufnäher für Kleider, wo sie die wichtige Sichtbarkeit bei schlechter Beleuchtung verleihen.

[0052] Es gibt im wesentlichen zwei Arten von retroreflektierenden Folien, die heutzutage weit verbreitet sind. Folien auf Mikrokugel-Basis und Würfelecken-Folien. Folien auf Mikrokugel-Basis, manchmal auch als Perlfolien bezeichnet, sind in Fachkreisen gut bekannt und verwenden eine Vielzahl von Mikrokugeln, die üblicherweise mindestens teilweise in einer Bindemittelschicht eingebettet sind, und zusammen mit spiegelnd oder diffus reflektierenden Materialien (z.B. Pigmentpartikeln, Metallspänen) verwendet werden, um Licht zu retroreflektieren. Würfelecken-Folien verwenden dagegen üblicherweise eine Vielzahl von starren, miteinander verbundenen Würfelecken-Elementen, um einfallendes Licht zu retroreflektieren.

[0053] Würfelecken-Retroreflektoren umfassen üblicherweise eine Folie, die im Allgemeinen eine ebene Frontfläche hat, und eine Anordnung von Würfelecken-Elementen, die aus der Rückfläche hervorragen. Würfelecken-Retroreflektionselemente umfassen miteinander verbundene, im allgemeinen trihedrale Strukturen, von denen jede in etwa aufeinander senkrecht stehende Seitenflächen hat, die in einer einzigen Ecke zusammenlaufen, weswegen sie als Würfelecken bezeichnet werden. Bei der Verwendung wird der Retroreflektor so angeordnet, dass die Frontfläche im Allgemeinen in Richtung sowohl des einfallenden Lichtes als auch der Beobachter zeigt. Auf die Frontfläche auffallendes Licht dringt in die Folie ein, läuft durch die Masse der Folie hindurch und wird intern von den Seiten der Elemente reflektiert, so dass es aus der Frontfläche im Wesentlichen in Richtung auf die Lichtquelle zu austritt. Dies wird als Retroreflektion bezeichnet. Die Lichtstrahlen werden üblicherweise an den Würfelflächen entweder aufgrund von interner Totalreflektion (TXR) an Grenzflächen mit einem absichtlich eingeschlossenen Medium mit sehr verschiedenem Brechungsindex, wie Luft, reflektiert, oder aufgrund von reflektierenden Beschichtungen, wie aufgedampftem Aluminium. Beispiele zur Illustration von Reflektoren vom Würfeleckentyp werden beschrieben in den US-Patentschriften 3,684,348 (Rowland), 3,712,706 (Stamm), 3,810,804 (Rowland), 3,817,596 (Tanaka), 4,025,159 (McGrath), 4,576,850 (Martens), 4,588,258 (Hoopman), 4,775,219 (Appledom et al.), 4,895,428 (Nelson et al.), 5,138,488 (Szczech), und 5,706,132 (Nestegard et al.).

[0054] Die Trennschichten der vorliegenden Erfindung können in einer Vielzahl von Arten hergestellt werden. Gemäß einer Vorgehensweise wird eine geeignete Einspeisung des syndiotaktischen vinylaromatischen Polymers gemeinsam mit eventuellen anderen Polymeren und/oder Monomeren und Additiven in einen Extruder eingespeist, geschmolzen, und zu Folienform extrudiert. Die entstehende Folie kann dann wahlweise in der Maschine in der Maschinenrichtung (Länge) und/oder in der Breite gestreckt werden, während sie geglättet wird, wobei eine geeignete Wärmequelle wie beheizte Walzen, ein Ofen, oder eine Infrarotheizung verwendet werden.

[0055] Eine besonders bevorzugte Vorgehensweise zur Herstellung einer Trennschicht mit einer gemusterten Oberfläche ist in [Fig. 3](#) schematisch dargestellt. Dabei wird die Trennschicht **12**" auf kontinuierliche Weise hergestellt, wobei ein Extrusions-Verarbeitungssystem **10**" verwendet wird. In einem ersten Schritt werden die in die Trennschicht einzuarbeitenden Materialien **22** in einen Einfülltrichter **24** gegeben. Die Rohmaterialien umfassen die syndiotaktischen Polymer(e), gegebenenfalls nicht syndiotaktische(s) Polymer(e), und gegebenenfalls andere Additive. Weil das System einen Extruder **26** umfasst, sind die Polymerkomponenten der Rohmaterialien vorzugsweise thermoplastisch, um die Verarbeitung zu erleichtern, obwohl, wenn gewünscht, auch warmhärtbare Polymere verwendet werden könnten. Die Polymerkomponenten der Rohmaterialien werden vorzugsweise in Form von Pellets bereitgestellt, um die Extrusion zu erleichtern.

[0056] Die Rohmaterialien werden aus dem Einfülltrichter in den Extruder eingespeist. Der Extruder kann jeder geeignete Extruder sein, der die Polymerkomponenten der Rohmaterialien schmelzen kann, und kann zum Beispiel ein Einschneckenextruder oder ein Doppelschneckenextruder sein. In einer Ausführungsform wurde ein Killion-Einschneckenextruder, 32 mm, KL-Serie (Davis Standard Corp., Cedar Grove, NJ) mit vier Heizzonen als geeignet befunden. Die vier Heizzonen können auf jede Temperatur eingestellt werden, die geeignet ist, die Polymerkomponenten der Rohmaterialien zu schmelzen, ohne diese Komponenten zu schädigen. Zum Beispiel sind die vier Temperaturzonen bei der Verarbeitung des Polymers QUESTRA™ üblicherweise eingestellt auf 520°F (271°C) (Einspeisezone in der Nähe des Einfülltrichters, 16), 560°F (293°C), 580°F (304°C), und 580°F (304°C) (Austragszone in der Nähe des Schiebers, 22). Ein solches Temperaturprofil wird in der Fachsprache als Anstieg bezeichnet. Die Verwendung eines Temperaturanstiegs ist zwar nicht besonders wichtig, aber hilft, Verklebungsprobleme zu minimieren, was das Verstopfen des Einspeisebereichs des Extruders verhindert. Beim Extrudieren werden die Polymerkomponenten geschmolzen und gegebenenfalls mit den verschiedenen anderen Zutaten der Rohmaterialien gründlich vermischt, um ein im wesentlichen homogenes Extrudat **28** bereitzustellen.

[0057] Extrudat verlässt den Extruder am Schieber **30** und wird durch einen Schmelzkanal **32** zu einem Extruder-Formwerkzeug **34** transportiert. Unter den zur Illustration oben aufgeführten Betriebsbedingungen, bei

denen das Polymer QUESTRA™ verarbeitet wird, ist das Extrudat üblicherweise bei einer Temperatur von etwa 596°F (314°C), wenn das Extrudat aus dem Schieber austritt. Um die Extrusion zu erleichtern wird das Formwerkzeug üblicherweise beheizt, um sicherzustellen, dass das Extrudat flüssig und thermisch homogen ist, wenn es durch das Formwerkzeug transportiert wird. Bei Verwendung der oben aufgeführten Betriebsbedingungen hat sich 580°F (304°C) als eine geeignete Temperatur des Formwerkzeugs herausgestellt.

[0058] Die Geschwindigkeit, mit der das Extrudat aus dem Formwerkzeug durch eine geeignete Formöffnung (nicht gezeigt) austritt, und die Geschwindigkeit, mit der das Extrudat von nachgeschalteten Elementen der Vorrichtung aufgenommen wird, kann die Dicke und Trübung der Trennschicht beeinflussen. Im allgemeinen liefern schnellere Extrusionsgeschwindigkeiten und langsamere Aufnahmegeschwindigkeiten eine dickere Trennschicht, aber schnellere Extrusions- oder Aufnahmegeschwindigkeiten können die Trübung erhöhen. Das wird noch dadurch verkompliziert, dass die Extrudatdicke auch die Trübheit erhöht, unabhängig von den Geschwindigkeiten. Als Kompromiss zwischen diesen Rücksichtnahmen wird der Extruder im Allgemeinen bei einer Geschwindigkeit betrieben, die ein gleichmäßiges Austreten des Extrudats aus der Formöffnung sicherstellt, und doch eine Trennschicht mit der gewünschten Dicke und Klarheit liefert.

[0059] Das Formwerkzeug des Extruders kann mit einer Formöffnung ausgestattet sein, die eine Konfiguration hat, die der gewünschten allgemeinen Querschnittskonfiguration der Trennschicht entspricht. Zum Beispiel ist, wie in den gezeigten bevorzugten Ausführungsformen, in denen die Trennschicht eine Folie ist, die eine erste und zweite einander gegenüberstehende Hauptoberfläche **36** und **38** hat, die Formöffnung in Form einer flachen Folie.

[0060] Das aus der Formöffnung austretende Extrudat kann auf ein sich bewegendes Band **40** aufgebracht werden, das durch eine erste und zweite rotierende Walze **42** und **44** beweglich gehalten wird. Das aufgebrachte Extrudat liefert also eine flüssige Beschichtung **46**, die auf der Außenfläche **48** des bewegten Bandes aufgebracht ist. Wenn das Band ein Muster hat, wird das Muster auf die entstehende Trennschicht übertragen. Die Walzen rotieren in den Richtungen, die durch die Pfeile **50** und **52** angegeben werden, um sicherzustellen, dass das bewegte Band die flüssige Beschichtung in die durch Pfeil **54** angegebene Richtung transportiert. Die erste Walze wird wünschenswerterweise auf einer hohen Temperatur gehalten, so dass das Polymer weit über seiner Glastemperatur (und gegebenenfalls seiner Kristallisationstemperatur) gehalten wird, um einen angemessenen Schmelzfluss sicherzustellen. Zum Beispiel wurde herausgefunden, dass es für ein syndiotaktisches vinylaromaticsches Polymer mit einer Schmelztemperatur von etwa 260°C wie dem Polymer QUESTRA™ günstig ist, die erste Walze im Temperaturbereich von 204°C bis etwa 216°C zu halten. Die Temperatur der zweiten Walze kann, wenn gewünscht, gesteuert werden, aber üblicherweise wird sie unter Umgebungsbedingungen betrieben und vorzugsweise während dem Betrieb des Systems **10"** weder geheizt noch gekühlt.

[0061] Mindestens eine der Walzen wird rotierend angetrieben, so dass das bewegte Band eine Lineargeschwindigkeit hat, die vorzugsweise der Lineargeschwindigkeit entspricht, mit der das Extrudat die Formöffnung verlässt. Im allgemeinen ist die Lineargeschwindigkeit des Bandes 1 bis 50 Fuß pro Minute.

[0062] Während die extrudierte Beschichtung auf dem bewegten Band aufgebracht ist, wird die Beschichtung mit einem geeigneten Kühlmedium **56**, das aus einer Kühlquelle **58** auf die Beschichtung gerichtet wird, abgeschreckt. In bevorzugten Ausführungsformen ist das Kühlmedium Umgebungsluft, und die Kühlquelle ein oder mehrere Gebläse. Das Abschrecken verursacht das Festwerden der syndiotaktischen Beschichtung, um die Trennschicht **12"** zu bilden. Das Abschrecken kann mit verschiedenen Geschwindigkeiten geschehen, solang die Trennschicht dabei die gewünschten Eigenschaften erhält. Zum Beispiel beeinflusst die Abschreckgeschwindigkeit tendenziell die Kristallinität der Trennschicht. Der Kristallinitätsgrad wiederum beeinflusst nicht nur die optische Klarheit der Trennschicht, sondern auch andere Eigenschaften wie die Hitzebeständigkeit und Dauerhaftigkeit. Im allgemeinen liefern langsamere Abschreckgeschwindigkeiten Trennschichten mit höherer Kristallinität. Das macht die Trennschicht trüber und spröder, aber hitzebeständiger. Andererseits liefern schnellere Abschreckgeschwindigkeiten Trennschichten mit niedrigerer Kristallinität, was die Trennschicht weniger spröde und durchlässiger für sichtbares Licht macht (woegen die Transparenz für UV-Strahlung, die hauptsächlich von den chemischen Gruppen in der Trennschicht abhängt, im allgemeinen nicht betroffen ist). Dementsprechend werden, wenn Transparenz und verbesserte Zähigkeit gewünscht werden, schnellere Abschreckgeschwindigkeiten bevorzugt. Andererseits werden, wenn die Hitzebeständigkeit am wichtigsten ist, langsamere Abschreckgeschwindigkeiten bevorzugt.

[0063] Nach dem Abschrecken wird die entstehende Trennschicht mit einem geeigneten Mechanismus, wie Führungsrollen **60** von dem bewegten Band weggeführt, und kann in geeignete Größen oder Formen weiterverarbeitet werden oder, wie in [Fig. 3](#) gezeigt, zum Lagern als Rolle **62** für spätere Verwendung und/oder Ver-

arbeitung aufgewickelt werden.

[0064] Die folgenden Beispiele, die nicht einschränkend sein sollen, illustrieren verschiedene Merkmale der vorliegenden Erfindung.

BEISPIEL 1

[0065] Dieses Beispiel demonstriert die Produktion eines sPS-Films, der für die Verwendung in der vorliegenden Erfindung geeignet ist.

[0066] Ein Film von syndiotaktischem Polystyrol (sPS) wurde auf einer herkömmlichen Polyester-Filmausrichtungsanlage hergestellt, die einen Extruder von 4,5" (11,43 cm) hat, der mit einer Mischschnecke ausgestattet war. Ein sPS-Harz mit einem Molekulargewicht von 275 000 und einem Gehalt von 4% Paramethylstyrol (pMS) Comonomer (QUESTRA™ Polymer, erhältlich von Dow Chemical Company, Midland, MI) wurde in den Extruder eingespeist. Die Extrudertemperaturen in den Zonen 1 bis 7 waren 580°F (304 °C), und der Austrag wurde auf 580°F (304°C) gehalten. Das Extrudat wurde gefiltert und mit einer Getriebepumpe durch einen Schmelzekanal in eine Filmdüse gepumpt. Die verwendeten Temperaturen waren: Filtration 550°F (288°C); Getriebepumpe 630°F (332°C); Schmelzekanal 610°F (321°C); und Düse 620°F (327°C).

[0067] Beim Verlassen der Düse wurde die Polymerfolie auf einem gekühlten Gussrad, das mit einer elektrostatischen Festhaltevorrichtung ausgerüstet war, zu einem gegossenen Band geformt. Das Gussrad wurde auf 150°F (66°C) gehalten.

[0068] Das gegossene Band wurde dann mit Infrarot-Strahlungsheizung auf eine Strecktemperatur von 240°C (116 °C) aufgeheizt, und in der Maschinen- oder Längenrichtung (MD) auf einer Serie von Schlepprollen gestreckt. Das Verhältnis der Längsstreckung war etwa 3,0:1. Das längsgestreckte Band wurde dann quer oder in der Breite gestreckt (TD), wobei ein Filmstretcher verwendet wurde, der mit der Streckzone bei einer Temperatur von 240°F (116°C) und einer Warmhärtungszone bei einer Temperatur von 470°F (243°C) betrieben wurde. Das Querstreckverhältnis war etwa 3,3:1.

EXAMPLES 2-13

[0069] Diese Beispiele illustrieren die Härtung verschiedener Acrylatformulierungen auf einer Trennschicht aus sPS mit einer UV-Strahlungsquelle.

[0070] Jedes der Beispiele 2-13 wurde hergestellt unter Verwendung von einem oder mehreren monofunktionalen und multifunktionellen Acrylatmonomeren, die in Tabelle 1 aufgeführt sind. Die Zusammensetzung jedes Beispiels ist in Tabelle 2 gezeigt. Die Monomere jedes Beispiels wurden mit einem hochviskosen aliphatischen Urethanacrylat (CN 964, kommerziell erhältlich von Sartomer Co., Inc., Exton, PA) und einem Photoinitiator (DAROCUR™ 4265, kommerziell erhältlich von Ciba Geigy Corp., Tarrytown, N.Y.) gemischt, um Zusammensetzungen zu erhalten, die auf dem sPS-Film von Beispiel 1 UV-gehärtet werden konnten. Die Mischungen wurden auf die 4 mil (0,1mm) dicke Trennschicht aus syndiotaktischem Polystyrol (sPS) mit einer Beschichtungsdicke von 4 mil (0,1 mm) aufgebracht, und dann während 10 Minuten in einer stickstoffgespülten UV-Kammer gehärtet, die mit sechs 1.2 m langen Sylvania 350 BL 40 Watt Lampen über und weiteren sechs unter dem Film (12 insgesamt) ausgerüstet war.

Tabelle 1. Acrylat-Monomere und Abkürzungen

Acrylat	Abkürzung
Trimethylol-propan-triacrylat	TMPTA
Ethoxy-ethoxy-ethyl-acrylat	EEEA
Dipentaerythritol-pentaacrylat	DPP
Ethoxyliertes Trimethylol-propan-tri-acrylat	TMPEOTA
Tripropylen-diacrylat	TRPGDA

Tetrahydrofurfuryl-acrylat	THFA
Cyclohexyl-acrylat	CHA
Tetraethylen-diacrylat	TEGDA
Phenoxy-ethyl-acrylat	POEA
Caprolacton-acrylat	CLA
Isobornyl-acrylat	IBOA
Tetrahydrofurfuryl-methacrylat	THFMA
Aliphatisches Urethan-acrylat	CN964

[0071] Die Adhäsion der gehärteten Beschichtungen gegenüber dem sPS wurde mit einem standardisierten Gitterschnitt-Test analysiert, nach dem die Beschichtungen in einem Gitterschnittmuster aufgeschnitten wurden, und an ein 2,54 cm breites Stück Haftklebeband der Marke 3M SCOTCH™ 850 laminiert wurden. Das Klebeband wurde dann von Hand so schnell wie möglich entfernt, und die Menge der gehärteten Beschichtung, die auf dem sPS zurückblieb, wurde geschätzt und als Prozent auf dem sPS zurückbehaltene Beschichtung aufgezeichnet. Die Ergebnisse dieses Tests sind in Tabelle 2 wiedergegeben, wo zu sehen ist, dass die sPS-Trennschicht hervorragende Ablöseigenschaften gegenüber allen diesen Materialien aufwies.

Ergebnisse

Tabelle 2 UV-härtbare Acrylatformulierungen und Gitterschnitt-Adhäsion

Bei-spiel	Gew. % CN964	Acrylat-Monomer	Gew. % Acrylat-Monomer	Gew. % Darocur™4265	% auf sPS zurückbleibendes Polymer
2	80%	TMPTA	20%	1%	0%
3	80%	EEEA	20%	1%	1%
4	80%	DPP	20%	1%	0%
5	80%	TMPEOTA	20%	1%	0%

6	80%	TRPGDA	20%	1%	0%
7	80%	THFA	20%	1%	1%
8	80%	CHA	20%	1%	0%
9	80%	TEGDA	20%	1%	0%
10	80%	POEA	20%	1%	0%
11	80%	CLA	20%	1%	1%
12	80%	IBOA	20%	1%	0%
13	80%	THFMA	20%	1%	0%

BEISPIEL 14

[0072] Dieses Beispiel illustriert die thermische Härtung einer Urethan-Acrylat-IPN-Formulierung auf einer Trennschicht aus sPS.

[0073] Eine Urethan-Acrylat-IPN-Formulierung wurde hergestellt durch Kombinieren einer Lösung von Phenoxo-ethyl-acrylat (POEA, 13.63 g), die einen gelösten Acrylatfunktionellen gelbgrünen fluoreszierenden Farbstoff enthielt (0.125 g) (in der ebenfalls anhängigen Patentanmeldung mit der US-Seriennummer No. 08/957,291, eingereicht am 24.10.97, mit dem Aktenzeichen No. 53090USA2A des Patentanwalts offenbarte Struktur VII); mit einer Lösung von POEA (3.00 g), die gelöstes PERKADOX™ 16 (0.35 g) (kommerziell erhältlich von Akzo Nobel Chemicals, Inc., Stamford, CT) enthielt; einer Lösung von Caprolactonacrylat (1.00 g), die 0.0075 g Dibutyl-zinn-dilaurat und 0,05 g eines Antischaummittels (BYK™-066) (Kommerziell erhältlich von Byk Chemie, Wallingford, CT) enthielt; und einer Lösung von SYNFACT™ 8024 (15.00 g) (kommerziell erhältlich von Milliken Chemical, Spartanburg, NC), die 0.88 g Ethoxyliertes Eisphenol-A-diacylat (SR 3461 (kommerziell erhältlich von Sartomer Co.), 0.38 g UVINULTM N-3039 (kommerziell erhältlich von BASF Corp., Parsippany, NJ), und 0.50 g TINUVIN™ 123 (kommerziell erhältlich von Ciba Geigy Corp., Tarrytown, NY) enthielt. Die kombinierte Lösung wurde mit einem Holzspatel gemischt, mit 17.49 g DESMODUR™ N-3300 (kommerziell erhältlich von Bayer Chemicals, Pittsburgh, PA) behandelt, mit einem Luftmischer während einer Minute gemischt und während 3 Minuten unter Vakuum (500 mm Hg) entgast. Die entgaste Lösung wurde mit einer Klinge zwischen einer sPS-Trennschicht (15,2 cm breit und 0,1 mm dick) und einer 15,2 cm breiten, 0,1 cm dicken silikonbeschichteten Trennschicht aus Polyethylen-terephthalat (PET) (erhältlich von Courtaulds Aerospace, Inc., Glendale, CA) in einer Dicke von 4 mil (0,10 mm) aufgetragen und mit einem Temperaturanstieg von 70°C auf 120°C (bei einer Anstiegsgeschwindigkeit von 2,5 °C/min) gehärtet, und bei 90°C während 16-17 Stunden nachgehärtet. Beim Auseinanderziehen der dreilagigen Struktur löste sich die IPN-Formulierung leicht von der sPS-Schicht und nicht von der silikonbeschichteten PET-Schicht, sowohl nach dem anfänglichen Härteten mit Temperaturanstieg als auch nach dem abschließenden Nachhärten. Da sich die IPN-Formulierung ziemlich leicht von der silikonbehandelten PET-Trennschicht löst, wenn sie auf diese Trennschicht allein aufgebracht wird, zeigt das, dass die sPS-Trennschicht eine sehr gute Ablösung aufweist (besser als die mit der silikonbeschichteten PET-Trennschicht erreichte).

BEISPIEL 15

[0074] Dieses Beispiel illustriert die thermische Härtung einer Urethan-Acrylat-IPN-Formulierung auf einer strukturierten Trennschicht aus sPS.

[0075] Eine Urethan-Acrylat-IPN-Formulierung wurde hergestellt durch Kombinieren einer Lösung von Phenoxo-ethylacrylat (POEA, 13.63 g), die einen gelösten Acrylatfunktionellen gelbgrünen fluoreszierenden Farbstoff enthielt (0.125 g) (in der ebenfalls anhängigen Patentanmeldung mit der US-Seriennummer No. 08/957,291, eingereicht am 24.10.97, mit dem Aktenzeichen No. 53090USA2A des Patentanwalts offenbarte Struktur VII); mit einer Lösung von POEA (3.00 g), die gelöstes PERKADOX™ 16 (0.35 g) enthielt; einer Lösung von Caprolacton-acrylat (1.00 g), die 0.0075 g Dibutyl- zinn-dilaurat und 0,05 g eines Antischaummittels (BYK™-066) enthielt; und einer Lösung von SYNFACT™ 8024 (15.00 g), die 0.88 g Ethoxyliertes Bisphenol-A-diacylat (SR 346), 0.38 g UVINULTM N-3039, und 0.50 g TINUVIN™ 123 enthielt. Die kombinierte Lösung wurde mit einem Spatel gemischt, mit 17.49 g DESMODUR™ N-3300 behandelt, mit einem Luftmischer während 1 Minute gemischt und während 3 Minuten unter Vakuum (500 mm Hg) entgast. Die entgaste Lösung wurde mit einer Klinge zwischen der strukturierten Seite einer Mikroreplik-sPS-Trennschicht (15 cm breit und 0,1 mm dick) und einer silikonbeschichteten Trennschicht aus PET (erhältlich von Courtaulds Aerospace, Inc., Glendale, CA) in einer Dicke von 0,10 mm aufgetragen und mit einem Temperaturanstieg von 70°C auf 120°C (bei einer Anstiegsgeschwindigkeit von 2,5 °C/min) gehärtet, und bei 90°C während 16-17 Stunden nachgehärtet. Die IPN-Formulierung löste sich leicht von der sPS-Schicht und nicht von der silikonbeschichteten PET-Schicht, sowohl nach dem anfänglichen Härteten mit Temperaturanstieg als auch nach dem abschließenden Nachhärten, was zeigt, dass die Adhäsion gegenüber silikonbeschichteten PET-Trennschicht größer ist, als die gegenüber der mikrostrukturierten sPS-Trennschicht.

BEISPIEL 16

[0076] Das Vernetzen von Klebstoffen erhöht oft den Nutzen des Klebstoffes. Zum Beispiel können nicht vernetzte Klebstoffe auf einer Trennschicht fließen, wenn die Trennschicht in Rollenform gelagert wird, oder sich beim Abrollen teilen. Vernetzte Klebstoffe haben eine viel geringere Tendenz, in dieser Weise zu fließen oder sich zu teilen. Vernetzungen werden in einigen Materialien durch ionisierende Strahlung gebildet. Die Vernet-

zungen verbinden die Polymerketten miteinander, was dem Klebstoff eine stärkere Kohäsion verleiht.

[0077] Die Leistungsfähigkeit einer Trennschicht aus syndiotaktischem Polystyrol (in Prüfling 16A) in Kontakt mit einem vernetzten Klebstoff wurde verglichen mit der einer kommerziell erhältlichen Trennschicht (Vergleichsprüfling 16B) des Typs, bei dem ein Papiersubstrat mit einem Trennmittel auf Ton/Silikonbasis imprägniert wird (Rubisil GS 138-632/DR, erhältlich von 4P Rube Göttingen GmbH, Göttingen, Deutschland). Für jeden Prüfling wurde ein klebriger, vernetzbarer, elektronenstrahlhärtbarer Klebstoff (90 Gewichtsanteile Isooctyl-acrylat und 10 Gewichtsanteile Acrylsäure) als Zwischenschicht zwischen zwei konventionellen Trennschichten vom Silikontyp bereitgestellt. Die obere Trennschicht dieser Anordnung wurde entfernt, und durch die zu testende Trennschicht ersetzt. Die erhaltene Anordnung wurde dann mit Elektronenstrahl-Strahlung durch die obere Trennschicht (die zu prüfende Trennschicht) hindurch bestrahlt. Der Prüfling wurde mit einer Dosis von 4 Mrads (40 kGy) bei 250 kV bestrahlt unter Verwendung eines Elektronenstrahlsystems von Energy Sciences Inc (ESI), Modell CB300. Nach der Bestrahlung wurde der Prüfling während 24 Stunden bei 70°F und 50% relativer Feuchtigkeit (RH) gehalten.

[0078] Um die Ablöseeigenschaften der Trennschicht zu testen, wurden zwei Streifen von 2,54 cm × 20,3 cm aus dem Prüfling herausgeschnitten. Für jeden Streifen wurden der Klebstoff und die obere Trennschicht von der unteren Trennschicht getrennt, und auf eine Glasplatte gelegt. Die verbleibende obere Trennschicht wurde an einem "3M Slip/Peel Tester" (hergestellt von I-Mass Inc. Model # SP-101A) befestigt, um die Schälfestigkeit bei 180° und einer Schälgeschwindigkeit von 90 Inch/min (229 cm/min) zu ermitteln. Ein Messwertwandler (Modell MB-05) wurde an der Trennschicht befestigt, um die Abschälkraft während dem Test zu verfolgen. Die durchschnittliche Schälfestigkeit wurde für jeden Streifen aufgezeichnet, und der schließlich als Schälfestigkeit aufgezeichnete Wert wurde als der Durchschnitt aus den für die beiden Streifen aufgezeichnete Schälfestigkeiten bestimmt.

[0079] Zum Zweck des Vergleichs wurde ein zusätzlicher Prüfling mit jeder der zwei Trennschichten angefertigt, bei dem der Klebstoff vernetzt war, bevor er mit der Trennschicht in Kontakt gebracht wurde. Um dies zu bewerkstelligen, wurde der Klebstoff zunächst auf ein PET-Filmmaterial aufgebracht, das nicht Trennmittelbeschichtet war. Der Klebstoff wurde dann von der freiliegenden Seite (ohne die obere Trennschicht) bei 4 Mrad (40 kGy) bei 175 kV bestrahlt. Die Trennschicht wurde dann auf den vernetzten Klebstoff aufgebracht. Das Prüfling wurde gelagert, geschnitten und auf den Schälfestigkeit getestet wie oben. Die Testergebnisse waren wie folgt:

TABELLE 3

Prüfling	180° Schälfestigkeit bei 229 cm/min (vorher vernetzt)	180° Schälfestigkeit bei 229 cm/min (durch die Trennschicht vernetzt)
16A	94 g/cm	284,5 g/cm
16 B (Vergleich)	91,5 g/cm	221 g/cm

[0080] Diese Ergebnisse zeigen, dass die Schälfestigkeiten der syndiotaktischen Polystyrol-Trennschicht (Prüfling 16A) höher sind (was weniger wünschenswert ist) als die des Vergleichsprüflings 16B, aber beide Prüflinge weisen trotzdem gute Ablöseeigenschaften auf. Allerdings hat die syndiotaktische Polystyrol-Trennschicht der vorliegenden Erfindung zwei große Vorteile gegenüber der Vergleichstrennschicht. Zunächst wurde beobachtet, dass die Schälfestigkeit für den Vergleichsprüfling über einen Zeitraum von 14 Tagen zunahmen. Dagegen waren die Ablösewerte des syndiotaktischen Polystyrols über die Zeit konstant. Zum zweiten wird die Vergleichs-Trennschicht, da sie mit Silikon beschichtet ist, dazu tendieren, eine kleine Menge Silikon auf den Klebstoff zu übertragen. Das verändert die Klebstoffeigenschaften und/oder verunreinigt die Klebstoffoberfläche. Die Trennschicht aus syndiotaktischem Polystyrol hat keine solche Beschichtung, und verursacht deswegen auch keine solche Verunreinigung.

BEISPIEL 17

[0081] Das Verfahren von Beispiel 16 wurde angewendet, um die Leistung einer Trennschicht der vorliegenden Erfindung im Kontakt mit einem vernetzten Klebstoff mit der von 5 Vergleichsprüflingen zu vergleichen, außer dass der Klebstoff auf eine sirupähnliche Konsistenz vorpolymerisiert war (etwa 15% Umwandlung), und dann mit 4 Mrads (40 kGy) Elektronenstrahlstrahlung bei 250 kV gehärtet und vernetzt wurde. Die kommerziell erhältlichen Trennschichten (17B bis 17F, respektive), die für den Vergleich verwendet wurden waren Rubisil GS 138-632/DR (4P Rube Göttingen GmbH, Göttingen, Deutschland), Film #632 (Courtaulds Performance Rims, Martinsville, VA), Grade #13072 (Rexam Release, Oak Brook EL), 711/726 elektronenstrahlgehärtete Silikon-Trennschicht (Goldschmidt Chemical Corp., Hopewell, VA), und Grade #30ES1B (Eastern Fine Paper, Brewer, ME). Die Ergebnisse waren wie folgt:

TABELLE 4

Prüfling	Typ	180° Schäl-festigkeit bei 229 cm/min (vorgehärtet)	180° Schäl-festigkeit bei 229 cm/min (durch die Trennschicht gehärtet)
17A	syndiotaktisches Polystyrol	320 g/cm	310 g/cm
17B	Silikon/Ton - imprägniertes Papier	106,7 g/cm	294,6 g/cm
17C	PET-Film mit Beschichtung vom Silikontyp	23 g/cm	68,6 g/cm
17D	Papier beschichtet mit Polymer/Silikon	17,8 g/cm	195,6 g/cm
17E	Papier beschichtet mit Polymer/Silikon	12,7 g/cm	838,2 g/cm
17F	Papier beschichtet mit Polymer/Silikon	28 g/cm	68,6 g/cm

[0082] Wie im Beispiel 16 zeigen diese Ergebnisse, dass der Schälfestigkeit für die Trennschicht aus syndiotaktischem Polystyrol höher ist als für einige der Vergleichsprüflinge, aber die Schälfestigkeiten der Trennschicht aus syndiotaktischem Polystyrol sind über die Zeit stabiler. Trennschichten aus syndiotaktischem Po-

lystrol kontaminieren auch nicht den Klebstoff, wie das andere Trennschichten tendenziell tun. Die Trennschicht aus syndiotaktischem Polystyrol hat keine Beschichtungen, verursacht also auch keine Kontamination.

BEISPIEL 18

[0083] Das Polymerisieren eines Klebstoffs ist ein Verfahren, das die Bildung von Polymerketten aus Monomeren (kurzkettigen Chemikalien mit niedrigem Molekulargewicht) umfasst. Beim Polymerisieren eines Klebstoffes auf einer Trennschicht aus Silikon durch Einwirkung ionisierender Strahlung ändern sich die Ablöseeeigenschaften der Trennschicht. Die Änderungen variieren von einer leichten Zunahme der Schälfestigkeit bis zu Situationen, bei denen sich der Klebstoff nicht von der Trennschicht lösen lässt. Das wird als "Blocken" bezeichnet. Blocken wird durch eine chemische Reaktion verursacht, und ist abhängig von der Art des Klebstoffes und der Trennschicht. Die Eigenschaften von Trennschichten aus syndiotaktischem Polystyrol ändern sich nicht so sehr wie die Eigenschaften von kommerziell erhältlichen Trennschichten, wenn sie zur Bestrahlung von Klebstoff verwendet werden.

[0084] Um dies zu demonstrieren, wurde eine Trennschicht aus syndiotaktischem Polystyrol (Prüfling 18A) verglichen mit einer herkömmlichen Trennschicht (Prüfling 18B) des Typs, bei dem ein Film aus PET (Polyethylenterephthalat) mit einer silikonhaltigen Chemikalie beschichtet wird (Film #632, Courtaulds Performance Films, Martinsville, VA). Für jeden Prüfling wurde eine Mischung von 90 Gewichtsanteilen Isooctylacrylat und 10 Gewichtsanteilen Acrylsäure bis zu 15% Umwandlung polymerisiert. Dieses Verfahren, als Eindicken bezeichnet, wird durchgeführt, um den Klebstoff einzudicken, so dass der Klebstoff beim Beschichten einfacher zu handhaben ist. Der Sirup wurde auf die Trennschicht mit einer Dicke von 51 µm (2 mil) aufgetragen. Die Beschichtung wurde mit 4 Mrad (40 kGy) bei 175 kV bestrahlt unter Verwendung des Systems aus Beispiel 16. Nach der Bestrahlung wurde eine Schicht PET-Film ohne Trennmittelbeschichtung auf die obere, freiliegende Oberfläche des bestrahlten Klebstoffs geklebt. Die entstandene Anordnung wurde während 24 Stunden bei 70°F (21°C) und 50% relativer Feuchtigkeit (RH) gehalten. Ein 2,54 cm breiter und 20,3 cm langer Streifen wurde aus der Anordnung ausgeschnitten. Die Schicht des Streifens, die den PET-Film ohne Trennmittelbeschichtung umfasst wurde an dem "3M Slip/Peel Tester" befestigt, und der Messwertwandler wurde an der Trennschicht befestigt, um die zum Abziehen der Trennschicht von dem Klebstoff nötige Kraft zu messen. Der 180° Schälfestigkeit wurde bei einer Schälgeschwindigkeit von 90 Inch/min (229 cm/min) gemessen. Die durchschnittliche Schälfestigkeit wurde aufgezeichnet. Diese Prozedur wurde mit einem anderen Streifen wiederholt, und der Durchschnitt der zwei Werte aufgezeichnet.

[0085] Zum Zweck des Vergleichs wurde ein zusätzlicher Prüfling mit jeder der zwei Trennschichten angefertigt, bei dem der Klebstoff gehärtet war, bevor er mit der Trennschicht in Kontakt gebracht wurde. Um dies zu bewerkstelligen, wurde der sirupartige Klebstoff für jeden Trennschicht-Prüfling zunächst auf einen PET-Film aufgebracht, der nicht Trennmittel beschichtet war. Der Klebstoff wurde dann von der oberen, freiliegenden Seite bei 6 Mrad (40 kGy) bei 175 kV bestrahlt. Die Trennschicht wurde dann auf den vernetzten Klebstoff aufgebracht. Der Prüfling wurde gelagert, geschnitten und auf die Schälfestigkeit getestet wie in den vorhergehenden Beispielen. Die Ergebnisse waren wie folgt:

TABELLE 5

Prüfling	180° Schälfestigkeit bei 229cm/min (vorher polymerisiert)	180° Schälfestigkeit bei 229cm/min (auf der Trennschicht polymerisiert)
18A	99g/cm	414g/cm
18 B (Vergleich)	28g/cm	2154 g/cm

[0086] Diese Ergebnisse zeigen, dass die Trennschicht aus syndiotaktischem Polystyrol eine außerordentlich viel kleinere Veränderung der Ablöseeeigenschaften aufweist, als die Vergleichs-Trennschicht.

BEISPIEL 19

[0087] Das Verfahren von Beispiel 18 wurde angewendet, um die Ablöseeeigenschaften nach dem Härteln einer Trennschicht nach der vorliegenden Erfindung gegen die von 5 Vergleichstrennschichten zu testen, außer, dass diese Prüflinge mit 6 Mrad (60 kGy) und 175 kV bestrahlt wurden. Die kommerziell erhältlichen Trennschichten, die in den Prüflingen 19B bis 19F respektive verwendet wurden, waren die gleichen Trennschichten, die in Beispiel 17 für die Prüflinge 17B bis 17F respektive verwendet wurden. Die Ergebnisse waren wie folgt:

TABELLE 6

Prüfling	Typ	180° Schäl-festigkeit bei 229 cm/min (vor-polymeri-siert)	180° Schäl-festigkeit bei 229 cm/min (polymeri-siert auf der Trenn-schicht)
19A	syndiotaktisches Polystyrol	91,4 g/cm	218,4 g/cm
19B	Silikon/Ton - imprägniertes Papier	10,2 g/cm	Blocken
19C	PET-Film mit Beschichtung vom Silikontyp	17,8 g/cm	Blocken
19D	Papier beschichtet mit Polymer/Silikon	7,6 g/cm	Blocken
19E	Papier beschichtet mit Polymer/Silikon	12,7 g/cm	Blocken
19F	Papier beschichtet mit Polymer/Silikon	10,2 g/cm	Blocken
	Polymer/Silikon		

[0088] Bei diesen Tests wurde es als Auftreten von Blocken bewertet, wenn der Klebstoff sich beim Schältest teilte, oder wenn der Klebstoff und die Trennschicht sich nicht trennen ließen. Diese Ergebnisse zeigen, dass die Trennschicht der vorliegenden Erfindung eine viel bessere Ablösbarkeit nach dem Härteln aufweist, als konventionelle Trennschichten. Insbesondere trat bei den Silikon-Trennschichten Blocken auf. Man glaubt, dass das Blocken von chemischen Veränderungen der Silikon-Trennmittel während der Bestrahlung mit Elektronenstrahlstrahlung herrührt. Silikon-Trennschichten, die trotzdem abgelöst werden könnten, würden immer noch

dazu tendieren, Silikonverunreinigungen auf den Klebstoff zu übertragen und/oder unter mit der Zeit verschlechterten Ablöseeigenschaften leiden. Dagegen hat die Trennschicht aus syndiotaktischem Polystyrol keine Silikonbeschichtung, und in dem Film bilden sich nicht leicht freie Radikale, was ihn gegen ionisierende Strahlung beständig macht. Trennschichten aus syndiotaktischem Polystyrol nach der vorliegenden Erfindung haben auch Ablöseeigenschaften, die tendenziell über die Zeit stabiler sind.

VERGLEICHSBEISPIEL C1

[0089] Dieses Vergleichsbeispiel und die folgenden zwei Beispiele illustrieren das thermische Härteln eines Urethan-Acrylat-IPN auf einer Serie von drei Trennschichten, unbehandeltem PET, sPS, und Mikroreplik-sPS.

[0090] Eine Urethan-Acrylat-IPN-Formulierung wurde hergestellt durch Mischen von 4.28 g eines Polyester-polyols (Tone™ 0301, Union Carbide Corp.), 1.66 g propoxyliertem Neopentyl-glycol-diacrylat (Sartomer™ SR9003, Sartomer Co., Inc., Exton, PA), 7.94 g Isooctyl-acrylat (IOA, 3M, St. Paul, MN), 2.49 g Dimethyl-acrylamid (Jarchem Industries, Inc., Newark, NJ), 2.49 g Isobornyl-acrylat (IOA, Sartomer™ SR506, Sartomer Co., Inc., Exton, PA), 0.50 g Tinuvin™ 123 Lichtstabilisator aus gehindertem Amin (Ciba-Geigy Corp., Tarrytown, NY), 0.38 g Uvinul™ 3039 UV-Stabilisator (BASF Corp., Mt. Olive, NJ), und 0.06 g BYK-066™ Mittel zur Steuerung der Fließeigenschaften (BYK-Chemie, Wallingford, CT). Als nächstes wurde eine Lösung von 0.33 g des Initiators von thermischen freien Radikalen Di-(4-t-butylcyclohexyl) peroxydicarbonat (Perkadox™ 16, Akzo Nobel Chemicals Inc., Stratford, CT) in 2.0 g IOA unter Rühren zugefügt, gefolgt von der Zugabe einer Lösung von 0.0075 g Dibutyl-Zinn-dilaurat (DBTDL, Aldrich Chemical Co., Milwaukee, WI) in 1.0 g Caprolacton-acrylat (SartomerTM SR495, Sartomer Co., Inc., Exton, PA). Die kombinierte Lösung wurde mit einem Spatel gemischt, und dann mit 26.49 g eines polyfunktionellen aliphatischen Polyisocyanats (Airthane™ ASN-540, Air Products & Chemicals, Allentown, PA) behandelt. Die gesamte Mischung wurde mit einem Luftmischer während einer Minute gemischt, und unter Vakuum (500 mmHg) während einer Minute ent gast. Die entgaste Lösung wurde mit einer Klinge zwischen einer 0,05 mm dicken und 15,2 cm breiten Trennschicht aus unbehandeltem Polyethylenterephthalat und einer 15,2 cm breiten, silikonbeschichteten PET-Trennschicht (0,10 mm dick, Courtaulds Aerospace, Inc., Glendale, CA) in einer Dicke von 6 mil (0,15 mm) aufgetragen und mit einem Temperaturanstieg von 90°C auf 120°C (bei einer Anstiegsgeschwindigkeit von 1,5°C/min) gehärtet, und bei 90°C während 17 Stunden nachgehärtet.

BEISPIEL 20

[0091] Der Prüfling wurde wie im Vergleichsbeispiel C1 beschrieben hergestellt, außer dass eine sPS-Trennschicht (15,2 cm breit und 0,10 mm dick) anstelle der 0,05 mm dicken unbehandelten PE-Trennschicht verwendet wurde.

BEISPIEL 21

[0092] Der Prüfling wurde wie im Vergleichsbeispiel C1 beschrieben hergestellt, außer dass eine Mikrorep-sPS-Trennschicht (15,2 cm breit und 0,10 mm dick) anstelle der 0,05 mm dicken unbehandelten PE-Trennschicht verwendet wurde.

[0093] Nachdem das Härteln des IPN abgeschlossen war für jedes Beispiel (Vergleichsbeispiel C1 und Beispiele 20 und 21), wurde die Kraft gemessen, die nötig war, um einen Streifen von 1,27 cm des IPN von der Trennschicht mit einem Schälwinkel von 90° bei 30.5 cm/min und 23 °C abzuziehen, unter Verwendung eines Instron Modell 1122 mit Software der Serie DC (Instron Corp., Park Ridge, IL). Dieser Test wurde durchgeführt, indem die unbeschichtete Seite der Test-Trennschicht auf eine Aluminiumplatte geklebt wurde, die silikonbeschichtete Trennschicht entfernt wurde, Streifen von 1,27 cm durch das IPN, aber nicht durch die Test-Trennschicht geschnitten wurden, und dann an diesen Streifen gezogen wurde, nachdem die Aluminiumplatte an den Schältester geklammert wurde. Die Ergebnisse sind in Tabelle 7 als der Durchschnitt von mindestens vier Prüflingen dargestellt.

VERGLEICHSBEISPIEL C2

[0094] Dieses Vergleichsbeispiel und das folgende Beispiel illustrieren das thermische Härteln einer Epoxy-Formulierung auf jeder von zwei Trennschichten, unbehandeltem PET, und sPS.

[0095] Eine Epoxy-Formulierung wurde hergestellt durch Kombinieren von 49.3 g Epon™ 828 (Shell Chemicals, Houston, TX), 75.7 g Epon™ 1001 (Shell Chemicals, Houston, TX), 17.7 g ERL™ 4221 (Union Carbide,

Danbury, CT), 98.9 g ToneTM 0201 (Union Carbide, Danbury, CT), and 5.7 g ToneTM 0301 (Union Carbide, Danbury, CT); mit einer Lösung von 2.5 g (Mesitylen)₂Fe(SbF₆) (hergestellt gemäss den Verfahren, die in Helling, J. F.; Rice, S. L.; Braitsch, D. M.; and Mayer, T.; Journal of the Chemical Society (London), Section D, Chemical Communications, 1971, No. 16, p 930 dargestellt wurden; aber unter Herstellung von SbF₆ statt PF₆), gelöst in 5.0 g Propylencarbonat (Aldrich Chemical Co., Milwaukee, WI). Die Lösung wurde mit einer Klinge zwischen einer 15,2 cm breiten und 0,05 mm dicken Trennschicht aus unbehandeltem Polyethylenterephthalat und einer 7,6 cm breiten, 22,9 cm langen, 0,64 mm dicken Aluminiumplatte (Stock No. AL-39, Q-Panel Company, Cleveland, OH), die auf eine 15,2 cm breite, 0,10 mm dicke Trennschicht aus silikonbeschichtetem Polyethylenterephthalat (PET)(Courtaulds Aerospace, Inc., Glendale, CA) gelegt war in einer Dicke von 6 mil (0,15 mm) aufgetragen. Der Prüfling wurde dann während 30 Minuten bei 140°C gehärtet.

BEISPIEL 22

[0096] Der Prüfling wurde wie im Vergleichsbeispiel C2 beschrieben hergestellt, außer dass eine sPS-Trennschicht (15,2 cm breit und 0,10 mm dick) anstelle der 0,05 mm dicken unbehandelten PET-Trennschicht verwendet wurde.

[0097] Nachdem das Härteln des IPN abgeschlossen war für jedes Beispiel (Vergleichsbeispiel C2 und Beispiel 22), wurde die Kraft gemessen, die nötig war, um einen Streifen von 1,27 cm der Trennschicht mit einem Schälwinkel von 90° bei 30.5 cm/min und 23 °C von dem Epoxy abzuziehen, unter Verwendung eines Instron Modell 1122 mit Software der Serie IX (Instron Corp., Park Ridge, IL). Dieser Test wurde durchgeführt, indem die "tragende" silikonbeschichtete Trennschicht entfernt wurde, Streifen von 1,27 cm durch Trennschicht und Epoxy bis auf das Aluminium geschnitten wurden, und dann die Aluminiumplatte in den Schältester eingeklemmt wurde. Die Ergebnisse sind in Tabelle 7 als Durchschnitt von mindestens vier Prüflingen dargestellt.

TABELLE 7 90° Schälfestigkeit

Beispiel Nr.	Trennschicht	Formulierung	90° Schälfestigkeit (g/cm)
C1*	Unbehandeltes PET IPN		383.9
20	Normales sPS	IPN	4.3
21	Mikroreplik-sPS	IPN	55.4
C2*	Unbehandeltes PET Epoxy		1464,4
22	Normales sPS	Epoxy	82.1

* zum Vergleich

[0098] Wie die Ergebnisse in Tabelle 7 zeigen, weisen sPS-Trennschichten, sowohl normale als auch Mikroreplik-Trennschichten, überragende Ablöseeeigenschaften gegenüber IPN-Formulierungen auf im Vergleich mit Trennschichten aus unbehandeltem PET und normale sPS-Trennschichten weisen überragende Ablöseeeigenschaften gegenüber Epoxy-Formulierungen auf im Vergleich mit Trennschichten aus unbehandeltem PET.

[0099] Die vorliegende Erfindung sollte nicht als auf die speziellen oben beschriebenen Beispiele betrachtet werden, sondern sollte als alle Aspekte der Erfindung abdeckend verstanden werden, wie in den angefügten Ansprüchen dargelegt. Andere Ausführungsformen dieser Erfindung werden Fachleuten augenscheinlich sein, ohne von Anwendungsbereich und Geist der Erfindung abzuweichen, wenn sie diese Beschreibung betrachten, oder aus Praktiken der hierin offenbarten Erfindung. Verschiedene Modifikationen, Auslassungen, äquiva-

lente Prozesse wie auch numerische Strukturen, auf die die vorliegende Erfindung anwendbar sein kann, werden Fachleuten leicht augenscheinlich sein, an die sich die vorliegende Erfindung nach Durchsicht der Vorliegenden Beschreibung richtet. Die Ansprüche sollen solche Modifikationen und Vorrichtungen abdecken.

Patentansprüche

1. Trennschicht mit einer Trennoberfläche, wobei die Trennoberfläche ein vinylaromatisches Polymer umfasst, das zu mindestens 20 Gew.-% syndiotaktisch ist.
2. Trennschicht nach Anspruch 1, wobei das syndiotaktische vinylaromatische Polymer von mindestens einem Monomer abgeleitet ist, das aus der Gruppe gewählt wird, die aus Styrol und seinen Alkyl-, Alkoxy- und halogenierten Derivaten besteht.
3. Trennschicht nach Anspruch 2, wobei das vinylaromatische Polymer Polystyrol ist.
4. Trennschicht nach Anspruch 1, die ferner ein Antioxidationsmittel umfasst, wobei das Antioxidationsmittel im Bereich von 0,0001 bis 10 Gewichtsteilen vorliegt, basierend auf 100 Gewichtsteilen des syndiotaktischen vinylaromatischen Polymers.
5. Trennschicht nach Anspruch 1, wobei mindestens 30 Gew.-% des vinylaromatischen Polymers syndiotaktisch sind.
6. Trennschicht nach Anspruch 1, wobei mindestens 85 Gew.-% des vinylaromatischen Polymers syndiotaktisch sind.
7. Trennschicht nach Anspruch 1, wobei die Trennoberfläche ein 3-dimensionales Muster hat.
8. In Kombination mit der Trennschicht nach Anspruch 1, ein Gegenstand, auf den Klebstoff aufgebracht ist, wobei der Klebstoff lösbar an der Trennoberfläche haftet.
9. Kombination nach Anspruch 8, wobei der Klebstoff ein interpenetrierendes Polymernetzwerk (IPN) umfasst.
10. Kombination nach Anspruch 9, wobei das IPN ein Urethan-Acrylat-IPN ist.
11. Kombination nach Anspruch 8, wobei der Gegenstand eine retroreflektierende Folie ist.
12. Verfahren zur Herstellung eines gemusterten Gegenstands, das die Schritte umfasst:
Bereitstellen einer Trennschicht, die eine gemusterte Trennoberfläche aufweist, wobei die Trennoberfläche ein vinylaromatisches Polymer umfasst, das mindestens zu 20 % syndiotaktisch ist; und in Kontakt Bringen der Trennoberfläche mit einem Gegenstand, so dass das Muster auf der Trennoberfläche auf den Gegenstand übertragen wird.
13. Verfahren nach Anspruch 12, wobei das syndiotaktische vinylaromatische Polymer aus Polystyrol, Polyalkylstyrol, Poly(halogeniertes Styrol), Poly(alkoxystyrol), Polyvinylbenzoat, deren Copolymeren oder Kombinationen ausgewählt wird.
14. Verfahren nach Anspruch 12, wobei das syndiotaktische vinylaromatische Polymer mindestens einen Polystyrol-Kettenabschnitt umfasst.
15. Verfahren nach Anspruch 12, wobei das syndiotaktische vinylaromatische Polymer ein Copolymer ist, das aus Monomeren abgeleitet ist, die 100 Gewichtsteile Polystyrol und bis zu 20 Gewichtsteile eines oder mehrerer copolymerisierbarer Monomere umfassen.
16. Verfahren nach Anspruch 12, wobei das syndiotaktische vinylaromatische Polymer von einem Monomer auf Styrolbasis abgeleitet wird, das aus Styrol, Alkylstyrol, halogeniertem Styrol, Alkoxy styrol, Vinylbenzoat oder deren Kombinationen ausgewählt wird.
17. Verfahren nach Anspruch 15, wobei das copolymerisierbare Monomer aus Alkylstyrol, halogeniertem Styrol, Alkoxy styrol, Vinylbenzoat, einem olefinischen Monomer, einem Dien-Monomer, einem cyclischen Ole-

fin-Monomer, einem cyclischen Dien-Monomer, einem Polyvinyl-Monomer, oder deren Kombinationen ausgewählt wird.

18. Verfahren nach Anspruch 16, wobei das syndiotaktische vinylaromatische Polymer Polystyrol ist.

19. Verfahren nach Anspruch 12, wobei der Formschritt umfasst:

Aufbringen einer härtbaren, flüssigen Zusammensetzung auf die gemusterte Oberfläche der Trennschicht; und Härten der härtbaren Zusammensetzung während die Zusammensetzung auf der gemusterten Oberfläche ist, wodurch der gemusterte Gegenstand geformt wird.

20. Verfahren nach Anspruch 12, wobei die härtbare Zusammensetzung eine strahlungshärtbare Zusammensetzung umfasst, und der Häteschritt das Bestrahlen der Zusammensetzung mit einer härtenden Menge von Strahlung umfasst.

21. Verfahren nach Anspruch 20, wobei die Strahlung ultraviolette Strahlung ist.

22. Verfahren nach Anspruch 20, wobei die Trennschicht durch Bestrahlen durch die Trennschicht gehärtet wird.

23. Verfahren nach Anspruch 12, wobei der Gegenstand ein interpenetrierendes Polymernetzwerk (IPN) umfasst.

24. Verfahren nach Anspruch 23, wobei das IPN ein Urethan-Acrylat-IPN ist.

25. Verfahren zur Herstellung eines festen Gegenstandes aus einer härtbaren Zusammensetzung, das die folgenden Schritte umfasst:

Bereitstellen einer Trennschicht, die ein vinylaromatisches Polymer umfasst, das zu mindestens 20 Gew.% syndiotaktisch ist;

Bereitstellen einer Strahlungsquelle, wobei die Trennschicht für die von der Strahlungsquelle produzierte Strahlung genügend transparent ist, so dass eine strahlungshärtbare Zusammensetzung durch Bestrahlen durch die Trennschicht hindurch gehärtet werden kann;

Bereitstellen einer strahlungshärtbaren Zusammensetzung; die durch Bestrahlung mit der durch die Strahlungsquelle produzierten Strahlung gehärtet werden kann;

Beschichten der Trennschicht mit der härtbaren Zusammensetzung; und

Bestrahlen der härtbaren Zusammensetzung der Strahlung, bis die härtbare Zusammensetzung genügend gehärtet ist, so dass die gehärtete Zusammensetzung als eine im Wesentlichen feste Masse von der Trennschicht abgenommen werden kann.

Es folgen 2 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

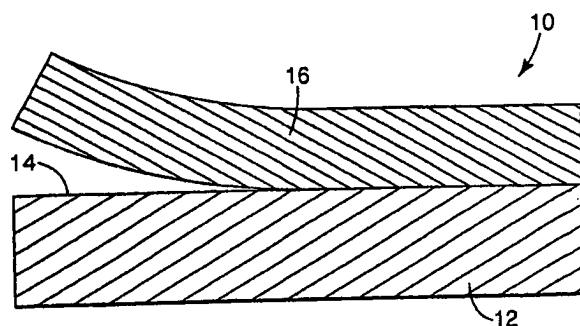


Fig. 1

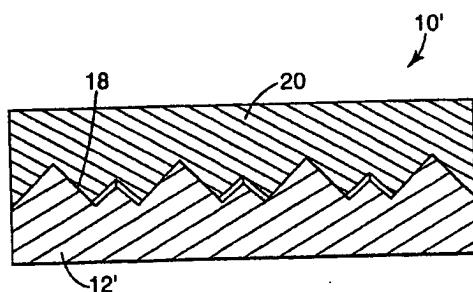


Fig. 2

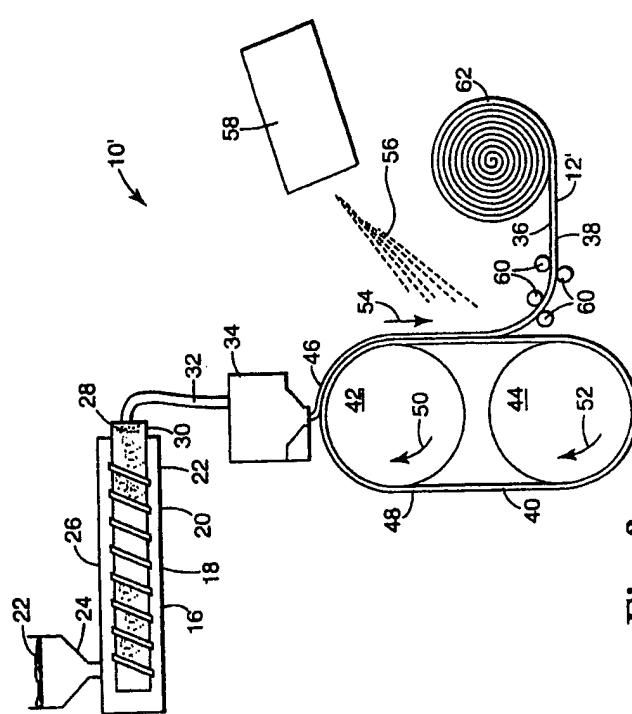


Fig. 3